

Peningkatan Inovasi Metode Pembelajaran melalui Praktik Budidaya Hidroponik di MTs Nurul Falah

Ahmad Arsyadi¹⁾, Rinny Saputri²⁾, Devita Harijayanti³⁾, Monica Kharisma Swandi⁴⁾

^{1,2,3,4}Program Studi Biologi, Universitas Bangka Belitung, Bangka, Indonesia

✉ Email korespondensi: arsyadi@ubb.ac.id

Submit : 02/02/2026 | Accept : 28/03/2026 | Publish : 30/03/2026

Abstract

MTs Nurul Falah is one of the educational institutions in Bangka Islands that continuously strives to adapt to the evolving direction of education in Indonesia. Learning innovation is very important for students because it can help create a more engaging learning experience that is relevant to the needs of the times. This not only increases student interest and motivation but also addresses the need for students to develop the skills necessary to face future challenges. Hydroponics can be an appropriate option because it allows students to gain practical skills, independence, creativity, and experience in entrepreneurship, collaboration, and cooperation. The goal and target outcome of this community service program is for participants to understand the principles and methods of hydroponics and be able to apply them into effective, creative, and innovative learning activities. The stages of the community service included promoting activities, preparing tools and materials, socializing and practicing wick and deep flow technique hydroponic cultivation, as well as evaluating and distributing questionnaires. The results of the activity showed an increase in teachers' understanding of the hydroponic system and the development of new innovative learning tools for students.

Keywords: Deep Flow Technique; Hydroponic; Learning Innovation; Wick System

Abstrak

MTs Nurul Falah merupakan salah satu lembaga pendidikan di Pulau Bangka yang terus berupaya melakukan adaptasi terhadap perkembangan arah pendidikan di Indonesia. Inovasi pembelajaran sangat penting bagi siswa karena dapat membantu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan relevan dengan kebutuhan zaman. Hal ini tidak hanya meningkatkan minat dan motivasi siswa, tetapi juga untuk menjawab permasalahan lainnya yaitu siswa dituntut untuk memiliki keterampilan yang diperlukan untuk menghadapi tantangan di masa depan. Praktik hidroponik dapat menjadi opsi yang tepat karena siswa dapat memperoleh keterampilan praktis, kemandirian, kreativitas, dan pengalaman kewirausahaan, kolaborasi, dan kerjasama. Tujuan sekaligus target luaran yang ingin dicapai dari program pengabdian kepada masyarakat ini adalah para peserta dapat memahami prinsip dan metode budidaya hidroponik serta dapat diadaptasikan dalam kegiatan pembelajaran yang efektif, kreatif, dan inovatif. Tahapan pengabdian berupa promosi kegiatan, persiapan alat dan bahan, sosialisasi dan praktik budidaya hidroponik sistem wick dan deep flow technique, serta evaluasi dan penyebaran kuesioner. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman guru terkait sistem hidroponik dan terbentuknya sarana pembelajaran baru yang inovatif bagi siswa.

Kata Kunci: Deep Flow Technique; Hidroponik; Inovasi Pembelajaran; Wick System

PENDAHULUAN

Pendidikan mempunyai tugas penting dalam menyiapkan sumber daya manusia yang berkualitas dan mampu bersaing dalam berbagai bidang kehidupan, termasuk dalam aspek pengetahuan, keterampilan, dan karakter peserta didik (Prasasti *et al.*, 2025). Kualitas pendidikan yang baik dapat dicapai salah satunya dengan penerapan metode pembelajaran yang efektif seperti *Project-Based Learning* guna meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran nilai-nilai Pancasila (Ulma *et al.*, 2025). Hal ini kemudian pada tahun 2022 menjadi fokus Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbud Ristek) dengan penerbitan Kurikulum Merdeka dan munculnya mata pelajaran baru yaitu P5RA (Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dan Rahmatan Lil'Alamin) yang diterapkan di berbagai jenjang pendidikan, termasuk di Madrasah Tsanawiyah seperti MTs Nurul Falah di Desa Air Mesu, Kabupaten Bangka Tengah (Khoiriyah, 2025). Kondisi ini menjadi tantangan baru di mana setiap pendidik dituntut untuk terus berinovasi dalam memilih metode pembelajaran yang kreatif dan efektif agar capaian kompetensi siswa dapat terwujud secara optimal.

Praktik hidroponik bagi siswa dalam pelajaran seperti P5RA dapat menjadi opsi yang tepat karena sejalan dengan upaya menciptakan generasi muda yang peduli terhadap lingkungan dan berkarakter. Kegiatan berbasis hidroponik telah terbukti menjadi media pembelajaran yang efektif untuk menanamkan *life skills*, seperti kreativitas, kemandirian, dan kerja sama (Sukoco, 2022). Dengan mengintegrasikan hidroponik dalam pembelajaran, siswa tidak hanya memperoleh keterampilan praktis, tetapi juga belajar tentang pentingnya menjaga alam dan sumber daya yang terbatas sejalan dengan prinsip keberlanjutan yang diusung dalam Pancasila (Oktaviany *et al.*, 2025). Selain itu, praktik hidroponik juga telah ditunjukkan dapat mengajarkan siswa tentang kewirausahaan dan literasi kewirausahaan sejak dini melalui pengelolaan hasil budidaya, serta menumbuhkan kreativitas dan kemandirian peserta didik (Nasution *et al.*, 2023). Melalui praktik budidaya hidroponik, siswa tidak hanya belajar tentang teknologi, tetapi juga mendapat pemahaman tentang bagaimana menjaga keragaman hayati dan memelihara hubungan yang harmonis antara manusia dan alam, sehingga memperkuat karakter siswa sebagai individu yang cerdas, empatik, dan peduli terhadap kesejahteraan bersama (Sukoco, 2022).

Oleh karena itu, program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini mengangkat topik budidaya hidroponik pada sayuran sebagai upaya meningkatkan inovasi metode pembelajaran di MTs Nurul Falah. Kegiatan ini bertujuan agar guru dan siswa di madrasah tersebut dapat memahami prinsip serta metode budidaya hidroponik dan mampu mengadaptasikannya dalam kegiatan pembelajaran yang efektif, kreatif, dan inovatif, khususnya pada pelajaran P5RA yang menekankan nilai keberlanjutan, gotong royong, dan kemandirian (Oktaviany *et al.*, 2025). Lebih lanjut, kegiatan PkM ini diharapkan dapat dilaksanakan secara berkelanjutan dengan pengembangan target luaran yang lebih luas, seperti pengembangan budidaya sayuran hidroponik menjadi *green product* komersial unggulan yang bernilai ekonomi dan berpotensi memberikan manfaat finansial serta kemandirian kelembagaan bagi MTs Nurul Falah Desa Air Mesu.

METODE KEGIATAN

Pelaksanaan pengabdian dilakukan di lingkungan MTs Nurul Falah Desa Air Mesu. Peserta kegiatan pelatihan merupakan guru dan tenaga kependidikan yang ada di madrasah tersebut. Kegiatan pelatihan ini meliputi beberapa tahapan pelaksanaan yaitu:

A. Pembuatan undangan dan koordinasi dengan Kepala Madrasah MTs Nurul Falah

Kegiatan dilakukan untuk mempromosikan sekaligus mensosialisasikan program yang akan dilaksanakan kepada guru dan siswa di MTs Nurul Falah. Selama kegiatan ini tim

pengabdian terus berkoordinasi dengan Kepala Madrasah dalam menyusun dan mempersiapkan pelaksanaan program PkM.

B. Persiapan alat dan bahan

Tahap ini mempersiapkan wadah budidaya sistem *wick* yang berupa galon le mineral bekas, set lengkap untuk budidaya sistem DFT seperti pipa paralon dan pompa air, serta alat pengukur kualitas air seperti pH meter dan TDS meter. Bahan-bahan yang disiapkan seperti media tanam tanaman (*rockwool* dan *cocopeat*), nutrisi tanaman (NPK, KCl, Gandasil-D, pupuk AB mix), dan bibit sayuran (kangkung, selada air, dan pakcoy).

C. Kegiatan sosialisasi dan praktik budidaya hidroponik Sistem Wick dan *Deep Flow Technique* (DFT)

Pelaksanaan tahapan pelatihan secara umum juga dibagi menjadi empat tahapan yaitu persiapan dan sosialisasi, pembibitan dan penyiapan nutrisi, penanaman dan pemeliharaan, pemanenan, dan monev atau evaluasi kegiatan. Pemaparan materi dipresentasikan secara langsung menggunakan power point (PPT) selama 15-20 menit. Materi pelatihan yang disampaikan yaitu mulai dari penyiapan media, pembenihan, pembuatan nutrisi, langkah pemeliharaan hingga pemanenan.

D. Evaluasi dan Penyebaran Kuesioner

Peserta diberikan kuesioner yang berhubungan dengan pelaksanaan kegiatan yang telah dilakukan. Berdasarkan data kuesioner tersebut akan di analisis tingkat keberhasilan tujuan pengadaan kegiatan sosialisasi. Tingkat keberhasilan dilihat pada adanya perubahan persepsi dan motivasi peserta yang telah mengikuti penyuluhan dan pelatihan. Sedangkan untuk melihat perubahan dan peningkatan kompetensi dievaluasi melalui kecakapan peserta dalam melakukan setiap tahapan kerja selama proses pelatihan berlangsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, pelaksanaan kegiatan PkM memperoleh respons yang positif dari para peserta. Hal tersebut tercermin dari tingginya partisipasi dan antusiasme guru dan tenaga kependidikan dalam mengikuti seluruh rangkaian kegiatan. Materi yang disampaikan meliputi prinsip budidaya hidroponik, jenis tanaman budidaya, alat dan bahan yang diperlukan, teknik pembuatan nutrisi, serta teknik pembenihan dan pemeliharaan hingga tanaman siap panen. Pada sesi diskusi, peserta secara aktif mengajukan pertanyaan dan memberikan tanggapan kepada pemateri, antara lain mengenai kendala dalam budidaya hidroponik, modal usaha yang diperlukan, strategi pemasaran, hingga profit yang dihasilkan. Selain itu, selama kegiatan praktik pembenihan dan budidaya sistem *wick* dan DFT berlangsung, peserta menunjukkan keterlibatan aktif dengan berpartisipasi langsung dalam demonstrasi yang dilakukan. Hasil evaluasi pasca kegiatan PkM menunjukkan, peserta sudah mampu melakukan penyemaian bibit, peracikan pupuk AB mix, pemindahan bibit ke modul untuk budidaya, pemeliharaan, hingga pemanenan sayuran sebanyak 2 siklus serta diintegrasikan ke dalam mata pelajaran P5RA. Rincian hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian selanjutnya diuraikan sebagai berikut.

A. Persiapan modul hidroponik sistem *wick* dan DFT

Sistem hidroponik *wick* (sumbu) merupakan salah satu metode hidroponik yang paling sederhana dan mudah diterapkan, cocok untuk pemula yang baru memulai budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah. Pada sistem ini, tanaman ditanam dalam wadah berisi media tanam seperti *rockwool*, yang dapat menyerap air dan nutrisi. Nutrisi tersebut kemudian dipindahkan ke akar tanaman melalui sumbu atau tali (bisa menggunakan kain flanel) yang

terhubung dengan larutan nutrisi. Sumbu ini berfungsi untuk menarik larutan nutrisi dari wadah ke dalam media tanam secara perlahan, memberikan kelembaban yang dibutuhkan oleh akar tanaman. Sistem ini tidak memerlukan pompa atau alat tambahan lainnya, sehingga lebih hemat energi dan biaya (Berliana *et al.*, 2023).

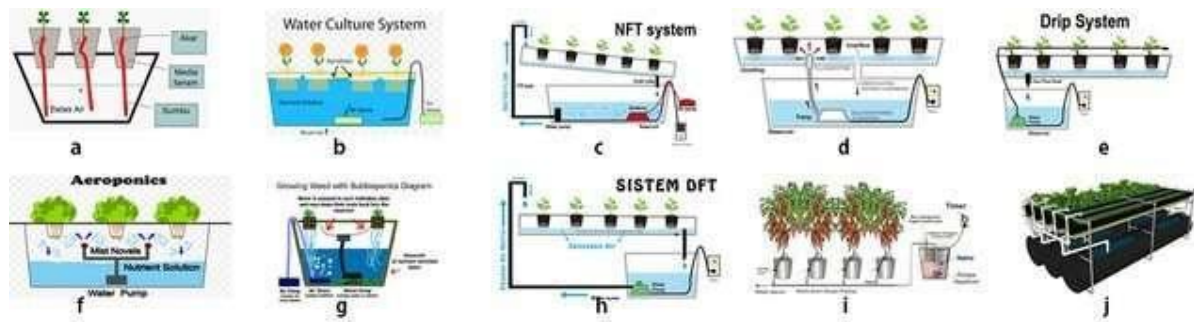
Keuntungan utama dari sistem hidroponik wick adalah kemudahan dalam pemasangan dan pemeliharannya. Tanaman hanya membutuhkan sedikit perhatian, karena sistem ini memungkinkan akar tanaman untuk mendapatkan nutrisi secara otomatis melalui kapilaritas yang dihasilkan oleh sumbu. Selain itu, sistem ini tidak memerlukan banyak ruang atau perangkat tambahan yang rumit, menjadikannya pilihan ideal untuk berkebun di rumah atau area terbatas. Meskipun sederhana, sistem wick cukup efektif untuk menumbuhkan berbagai jenis tanaman sayuran seperti selada, bayam, dan kangkung, terutama yang membutuhkan sedikit air dan nutrisi (Alghifara dan Kumala, 2022).

Namun, meskipun sistem ini sederhana, ada beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah ketidakmampuan sistem wick untuk memberikan aliran oksigen yang cukup kepada akar tanaman, sehingga tidak cocok untuk tanaman yang membutuhkan banyak air atau oksigen, seperti tomat atau mentimun. Selain itu, sistem ini juga bergantung pada ketepatan dalam memilih sumbu dan media tanam yang dapat menyerap dan menyalurkan air dengan baik. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa sumbu yang digunakan cukup besar dan terbuat dari bahan yang memiliki kemampuan kapilaritas tinggi, seperti kain flanel atau wol (Arini, 2019).

Sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) adalah salah satu metode hidroponik yang cukup populer, terutama untuk tanaman yang memerlukan pasokan air yang konstan dan kaya nutrisi. Pada sistem ini, tanaman ditanam di dalam media tanam ringan yang ditempatkan dalam saluran atau pipa yang berisi larutan nutrisi yang mengalir secara terus-menerus. Nutrisi mengalir di sepanjang saluran dengan kedalaman tertentu, sehingga akar tanaman tetap terendam dalam larutan nutrisi yang kaya akan unsur hara, namun permukaan akar tetap mendapatkan cukup oksigen karena aliran air yang konstan. DFT dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi karena sistem ini memberikan pasokan yang lebih stabil dibandingkan dengan sistem hidroponik lainnya, seperti sistem wick (Asnawi *et al.*, 2021).

Keunggulan dari sistem DFT adalah kemampuannya untuk menyediakan oksigen dan nutrisi secara bersamaan, yang sangat mendukung pertumbuhan akar tanaman. Dengan adanya aliran nutrisi yang terus-menerus, tanaman dapat menyerap air dan unsur hara dengan efisien, yang pada gilirannya mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. Selain itu, sistem ini relatif mudah untuk dikelola dan memungkinkan pengguna untuk menumbuhkan berbagai jenis tanaman, mulai dari sayuran daun hingga tanaman buah yang membutuhkan banyak air dan nutrisi (Ramiyanto *et al.*, 2024). Namun, sistem ini membutuhkan perhatian lebih dalam pemeliharaan, terutama dalam hal pengaturan pH dan EC (Electrical Conductivity) larutan nutrisi agar tanaman tetap tumbuh dengan baik.

Namun demikian, sistem DFT juga memiliki beberapa tantangan. Salah satu kendala utama adalah kebutuhan akan aliran air yang stabil dan pompa untuk menjaga sirkulasi larutan nutrisi. Tanpa sistem pompa yang handal, aliran larutan bisa terhenti, yang dapat menyebabkan tanaman kekurangan nutrisi dan oksigen. Selain itu, sistem ini memerlukan ruang yang lebih besar dibandingkan dengan sistem lain seperti NFT atau wick, sehingga tidak selalu cocok untuk area terbatas. Untuk memastikan hasil yang optimal, perawatan sistem DFT membutuhkan pemantauan rutin terhadap kualitas air dan keseimbangan nutrisi (Putri *et al.*, 2023). Berikut gambaran perbedaan antara berbagai teknik sistem hidroponik (Musa *et al.*, 2019):



Gambar 1. Jenis sistem hidroponik. (a) *Wick*, (b) *Water Culture*, (c) *Nutrient Film Technique (NFT)*, (d) *Ebb and flow*, (e) *Drip*, (f) *Aeroponyc*, (g) *Bubbleponics*, (h) *Deep Flow Technique (DFT)*, (i) *Fertigation*, and (j) *Bioponic*

Persiapan dan konstruksi modul hidroponik yang digunakan dalam PkM ini dibantu oleh mitra yaitu Tim Cendrawasih Hidro Farm Sungailiat, Bangka yang diketuai oleh bapak Doddy Tardiana. Secara umum, sistem sumbu disiapkan menggunakan bahan bekas seperti styrofoam, galon air mineral, dan toples penyimpanan sosis (Gambar 2a). Sedangkan sistem DFT dibuat dengan memodifikasi set pipa paralon ukuran 2,5 inci dengan total 40 lubang tanam untuk setiap modul (Gambar 2b;2c).



Gambar 2. Set modul hidroponik sistem wick (A) dan DFT (B; C) yang digunakan dalam PkM

B. Sosialisasi dan pelatihan budidaya hidroponik

Pelaksanaan sosialisasi dan praktik hidroponik telah dilaksanakan pada tanggal 27 September 2025 bertempat di ruang kelas MTs Nurul Falah Air Mesu Timur dengan mengundang narasumber utama yaitu bapak Doddy Tardiana dari Tim Cendrawasih Hidro Farm Sungailiat, Bangka. Peserta yang hadir berjumlah 27 orang yang terdiri dari pihak guru dan staf kependidikan. Kegiatan diawali dengan pembukaan oleh MC yaitu Ibu Rinny Saputri selaku anggota tim pengabdian, menyanyikan lagu Indonesia Raya dan Mars UBB, pembacaan do'a oleh Ustad Ridho selaku peserta kegiatan pengabdian, sambutan oleh Ketua Tim pengabdian yaitu Bapak A. Arsyadi dan dilanjutkan oleh Kepala MTs Nurul Falah yaitu Ustadz Fathurrahman, penyebaran link G-Form Pretest (kuesioner), sesi pemaparan materi sosialisasi dan praktik hidroponik sistem DFT oleh narasumber, sesi diskusi, penyebaran link G-Form Posttest (kuesioner), dan sesi penutup (Gambar 3). Materi sosialisasi dan praktik mencakup pembibitan dan penyiapan nutrisi, penanaman dan pemeliharaan, serta pemanenan. Adapun jenis tanaman yang digunakan dalam praktik ini adalah kangkung, pakcoy, dan selada serta ditanam menggunakan modul set hidroponik berbasis DFT dari pipa paralon dan wick system dengan kotak styrofoam bekas.



Gambar 3. Pemaparan materi dan sesi dokumentasi bersama

C. Evaluasi kegiatan

Evaluasi kegiatan dilakukan melalui pemberian kuesioner pretest dan posttest sebagai bentuk umpan balik untuk mengukur dampak pelaksanaan kegiatan terhadap peningkatan pengetahuan peserta. Rekapitulasi hasil pengisian kuesioner pada kegiatan PkM ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Rekap kuesioner sebelum dan setelah kegiatan PkM

No.	Topik Pertanyaan	Ketepatan Jawaban (%)		Peningkatan (%)
		Sebelum	Sesudah	
1	Prinsip budidaya hidroponik	90	96	6
2	Jenis budidaya hidroponik	40	52	12
3	Keuntungan budidaya hidroponik	100	96	0
4	Media tanam budidaya hidroponik	90	100	10
5	Nutrisi dalam budidaya hidroponik	70	92	22
6	Langkah budidaya hidroponik	87	100	13
7	Jenis sayuran untuk budidaya hidroponik	97	100	3

Data pada tabel di atas menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan peserta setelah pelaksanaan kegiatan pengabdian. Seluruh peserta telah memahami berbagai konsep dasar yang disampaikan melalui kegiatan sosialisasi dan pelatihan, kecuali pada aspek jenis budidaya hidroponik. Hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya sistem budidaya hidroponik yang tersedia dan memiliki istilah penyebutan yang asing dan hampir mirip antara satu dengan yang lainnya. Namun, berdasarkan hasil umpan balik yang diperoleh melalui kuesioner secara umum dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan pengetahuan peserta terhadap materi yang diberikan, yang ditunjukkan oleh perubahan kondisi dari sebelumnya.

Selain kuesioner, monev pasca kegiatan PkM juga dilakukan guna mengevaluasi keberlanjutan program. Hasil evaluasi menunjukkan para peserta telah berhasil melakukan budidaya sayuran secara hidroponik. Peserta bersama santri MTs Nurul Falah telah dapat melakukan penyemaian bibit, peracikan pupuk AB mix, pemindahan bibit ke modul hingga pemeliharaan dan pemanenan serta diintegrasikan ke dalam materi P5RA (Gambar 4). Proses budidaya oleh peserta secara mandiri telah berlangsung sebanyak 3 kali siklus dan masih terus berlanjut (Gambar 5).



Gambar 4. Penyemaian dan pemindahan bibit sayuran untuk budidaya oleh peserta PkM



Gambar 5. Pemanenan dan pengukuran hasil budidaya hidroponik oleh Santri MTs Nurul Falah pada mata pelajaran P5RA

Berdasarkan hasil monev, kendala yang masih dirasakan adalah ketergantungan peserta pada pupuk AB mix yang masih harus diperoleh dengan cara membeli ke toko pertanian hidroponik sehingga diperlukan tindakan lanjutan berupa pelatihan pembuatan pupuk AB mix atau alternatifnya agar lebih ekonomis. Oleh karena itu, program PkM berikutnya disarankan untuk berfokus pada sosialisasi dan pelatihan pembuatan pupuk alternatif dalam budidaya hidroponik seperti memanfaatkan air leri dan pupuk fermentasi mikroorganisme lokal (MoL) (Swandi *et al.*, 2024). Pendampingan terkait strategi pemasaran produk hidroponik juga diperlukan untuk mengembangkan sayuran hidroponik madrasah tersebut sebagai komoditas *green product* komersial unggulan yang menguntungkan.

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan PkM ini telah berhasil dilaksanakan ditandai dengan terbentuknya pemahaman dan meningkatnya keterampilan guru dan santri di madrasah tersebut terhadap prinsip serta metode budidaya hidroponik dan mampu mengintegrasikannya dalam kegiatan pembelajaran yang efektif, kreatif, dan inovatif, khususnya P5RA. Sosialisasi dan pelatihan terkait pembuatan pupuk alternatif serta strategi pemasaran produk hidroponik disarankan untuk kegiatan pengabdian berikutnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Universitas Bangka Belitung atas pendanaan pengabdian melalui Skema Pengabdian Masyarakat Tingkat Jurusan pada tahun 2025. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada keluarga besar MTs Nurul Falah Air Mesu Timur dan mahasiswa Program Studi Biologi yang telah memfasilitasi dan membantu pelaksanaan kegiatan PkM ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alghifara, R.R. dan Kumala, F.Z. (2022). Pelatihan budidaya sayuran hidroponik menggunakan wick system dan nutrient film technique system sebagai usaha pemberdayaan masyarakat. *Empowerment: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 5(2): 187-196.
- Arini, W. (2019). Tingkat daya kapilaritas jenis sumbu pada hidroponik sistem wick terhadap tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Perspektif Pendidikan*. 13(1): 23-34.
- Asnawi, A.C., Laili, S., Rahayu, T. (2021). Metode hidroponik secara DFT (Deep Flow Technique) dan NFT (Nutrient Film Technique) pada beberapa media tanam terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Alternanthera amoena* Voss). *Jurnal Ilmiah Sains Alami*. 3(2): 40-45.
- Berliana, Y., Putra, I.A., Juniarsih, T., Sihombing, J.M., Berutu, K.M., Ramadhan, A., Wibowo, F., Kajarina, S., Amalia, R., Lase, K.S. (2023). Pelatihan budidaya hidroponik sistem wick di Kelompok Tani Purnama Sari Kelurahan Jari Utomo Kecamatan Binjai Utara. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Tjut Nyak Dhien*. 2(2): 115-119.
- Khoiriyah, U. (2023). Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) dan Profil Pelajar Rahmatan Lil Alamin (P2RA) di MTsN 11 Jombang. *Edu Aksara*. 2(1): 1-13.
- Musa, P., Sugeru, H., Mufza, H.F. (2019). An Intelligent Applied Fuzzy Logic to Prediction the Parts Per Million (PPM) as Hydroponic Nutrition on the based Internet of Things (IoT). Fourth International Conference on Informatics and Computing (ICIC). DOI: 10.1109/ICIC47613.2019.8985712
- Nasution, R.A. dan Gusti, U.A. (2023). Penerapan hidroponik tanaman kangkung dalam pembelajaran di SMAN 3 Panyabungan. *Biology and Educational Journal*. 3(2): 123-132.
- Oktaviany, A.S., Putri, D.F., Effendy, E.N., Riswana, K.A., Putri, R.P.R., dan Laeni, M. (2025). Integrasi pendidikan karakter dan keterampilan lingkungan melalui proyek tanaman hidroponik di SD Assalaam Bandung: implementasi mahasiswa P3K PGSD. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. 9(2): 16256-16265.
- Prasasti, M.K., Setyowidodo, I., dan Tanthowi, Y. (2025). Improving students learning outcomes through project-based learning methods in Pancasila education. *Journal of Asian Primary Education*. 2(1): 59-69.
- Putri, R.E., Khainur, A., Andasuryani. (2023). Pengembangan sistem otomatisasi ph larutan nutrisi pada hidroponik sistem DFT (Deep Flow Technique) berbasis IOT. *AgriTECH*. 43(3): 259-268.
- Ramiyanto, Makhsonah, F., Choirunnisa, N.A., Ferdiansyah, M.G., Hikmah, A.N., Yudistira, P.S., Dewi, P.R., Setyowati, K., Kusuma, L., Nasir, A., Hilmy, F. (2024). Pemberdayaan masyarakat melalui penyuluhan sistem hidroponik kepada ibu-ibu PKK Desa Bringin Srumbung. *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*. 2(8): 81-89.
- Sukoco, E. (2022). menumbuhkan jiwa kemandirian siswa dan meningkatkan kualitas lingkungan hidup melalui tanaman hidroponik. *Edustream*. 6(1): 56-62.
- Swandi, M.K., Arsyadi, A., dan Saputri, R. (2024). Pengelolaan sampah rumah tangga melalui pembuatan Mikro-Organisme Lokal (MOL) sebagai alternatif pengganti aktivator pupuk tanaman. 5(1): 16-22.
- Ulma, S.U., Sofiana, N., dan Hamidaturrahmah. (2025). The effectiveness of project-based learning in enhancing 5th grade students' Pancasila education outcomes. *JPSD*. 11(2): 178-190.